

# SOMMAIRE

<b>La relation pression-température</b>	Explications	9
	Exercice	12
<b>Condenseur à air</b>	Fonctionnement normal	15
	Le sous-refroidissement	18
	Sous-refroidissement anormal	19
	Exercice (montage du condenseur)	22
<b>Évaporateur à détente directe</b>	Fonctionnement normal	23
	La surchauffe	25
<b>Fonctionnement du détendeur thermostatique à égalisation interne</b>		26
<b>Analyse</b>	Surchauffe anormale	27
<b>Influence de la surchauffe sur la puissance frigorifique</b>		29
<b>Influence de la température de l'air</b>		30
	Exercice (influence du $\Delta\theta$ total)	31
<b>Détendeur thermostatique</b>	Capacité d'un détendeur	32
	Pompage des détendeurs	34
	Méthode de réglage	36
	Exercice (montage de l'évaporateur)	38
<b>Influence des pressions sur le débit masse et sur la puissance frigorifique</b>		39
	Exercice (taux de compression)	42
<b>Influence de la HP sur l'intensité absorbée</b>		43
<b>Basse pression anormalement faible</b>		44
<b>Climatisation et froid commercial</b>	Comparaison	45
<b>Dépannages</b>	Introduction	51
<b>Panne du détendeur trop petit</b>	Analyse des symptômes	53
	Synthèse des symptômes	57
	Méthodologie du diagnostic	58
	Résumé	59
	Aspect pratique	60
<b>Recherche des fuites de fluide frigorigène</b>		67
	Exercice (recherche à l'azote)	71
<b>Problème de la charge en fluide</b>		72
<b>Panne du manque de charge</b>	Analyse des symptômes	77
	Synthèse des symptômes	81
	Méthodologie du diagnostic	82
	Résumé	83
	Aspect pratique	84
<b>Problème du flash gas dans la ligne liquide</b>		87
	2 exercices d'application	92
<b>Panne de la prédétente</b>	Analyse des symptômes	95
	Synthèse des symptômes	100
	Méthodologie du diagnostic	101
	Résumé	102
	Aspect pratique	103
<b>Panne de l'évaporateur trop petit</b>	Analyse des symptômes	107
	Synthèse des symptômes	111
	Méthodologie du diagnostic	112

	Résumé .....	113
	Aspect pratique .....	114
<b>Problème des bris de clapets</b>	.....	129
<b>Panne du compresseur trop petit</b>	Analyse des symptômes .....	139
	Synthèse des symptômes .....	142
	Méthodologie du diagnostic .....	143
	Résumé .....	144
	Aspect pratique .....	145
<b>Panne de l'excès de charge</b>	Analyse des symptômes .....	151
	Synthèse des symptômes .....	155
	Méthodologie du diagnostic .....	156
	Résumé .....	157
	Aspect pratique .....	158
<b>Interprétation du test des incondensables</b>	.....	159
<b>Panne des incondensables</b>	Analyse des symptômes .....	163
	Synthèse des symptômes .....	166
	Méthodologie du diagnostic .....	167
	Résumé .....	168
	Aspect pratique .....	169
<b>Panne du condenseur trop petit</b>	Analyse des symptômes .....	171
	Synthèse des symptômes .....	175
	Méthodologie du diagnostic .....	176
	Résumé .....	177
	Aspect pratique .....	178
<b>Pannes principales</b>	Exercice (organigramme détaillé) .....	191
<b>Problème des migrations de fluide frigorigène</b>	.....	193
<b>Arrêt des compresseurs frigorifiques</b>	.....	203
	Exercice (protection minimum) .....	204
	Exercice (tirage au vide automatique) .....	205
	Exercice (tirage au vide unique) .....	207
	Exercice (réarmement automatique) .....	209
<b>Problème des courts cycles des compresseurs</b>	.....	211
	Exercice (permutation de pilote) .....	215
	Exercice (relais anti courts-cycles) .....	217
<b>Régulateur de capacité</b>	Mode d'emploi .....	220
	Exercice (injection sur l'aspiration) .....	225
<b>Pourquoi réguler les condenseurs à air ?</b>	.....	231
<b>Problème du démarrage des compresseurs par de faibles <math>\theta</math> extérieures</b>	.....	233
<b>Problème de la durée du démarrage par temps froid</b>	.....	237
<b>Régulation des condenseurs à air par vanne HP</b>	.....	239
<b>Régulation par vanne HP</b>	Analyse des pannes .....	241
<b>Problème des retours d'huile</b>	.....	251
<b>Jeu des 12 erreurs</b>	Exercice (problèmes de montage) .....	264
<b>Comment évaluer une température par la technique du toucher ?</b>	.....	269
<b>Mesure d'un débit d'air</b>	.....	273
<b>Conseils de dépannage</b>	.....	275
<b>Dépannage raisonné</b>	Exercice (9 dépannages divers) .....	277
<b>Raccordement des évaporateurs</b>	.....	281
<b>Les détendeurs thermostatiques</b>	Compléments divers .....	285
	2 exercices (sur l'égalisation externe) .....	289



Problème du train thermostatique du détendeur	293
Régulateurs de démarrage	299
Exercice (avec un détendeur MOP)	301
Problème du bulbe du détendeur	305
Le détendeur pressostatique	309
Exercice (sur multipostes de froid)	313
Le détendeur capillaire	315
Exercice (faut-il une bouteille liquide ?)	315
Exercice (recopie d'un étalon)	323
La vanne 4 voies d'inversion de cycle	325
4 Exercices	334
Les moteurs monophasés	339
Exercice (les condensateurs)	343
Exercice (moteurs multi-vitesses)	357
Dépannage électrique	359
Initiation	359
Exercice (utilisation du voltmètre)	363
2 exercices (utilisation du voltmètre)	367
3 exercices (utilisation du voltmètre)	371
2 exercices (utilisation de l'ohmmètre)	373
Problèmes électriques divers	377
Problèmes frigorifiques divers	385
Problème de la récupération des fluides frigorigènes	391
Problèmes soulevés par les nouveaux fluides	405
L'hygrométrie en froid commercial	419
Exercice (sélection du matériel)	423
Froid commercial : le dégivrage	425
Exercice (pressostat BP de régulation)	427
Froid commercial : questions diverses	437
Les moteurs triphasés	442
Généralités	442
Exercice (montage en triangle)	444
Exercice (montage en étoile)	445
Exercice (synthèse)	447
Problèmes du démarrage des moteurs	449
Démarrage direct et en part winding	451
Exercice (repérage des enroulements)	452
Exercice (puissance et commande)	454
Exercice (moteur PW de type 66/33%)	456
Exercice (remplacement 66/33 par 50/50%)	457
Exercice (dépannage)	459
Exercice (moteurs PW bi-tension)	461
Les moteurs triphasés à 2 vitesses	464
Exercice (avec enroulements distincts)	465
Les moteurs Dahlander	467
Exercice (repérage d'un Dahlander)	467
Exercice (câblage complet)	468
La vanne à eau pressostatique	470
Panne du condenseur à eau trop petit	479
Exercice (vanne en action inverse)	480
Les condenseurs multitubulaires	487
Exercice (choix du montage)	489
Le dry cooler	491
Exercice (comparaison cond. à air)	494

<b>L'air sec et l'air humide</b>	496
Exercice (air saturé)	497
<b>Quelques notions de psychrométrie</b>	499
Exercice (mesure de l'H.R.)	504
<b>La tour de refroidissement</b>	506
Exercice (thermostat de régulation)	508
<b>Hydraulique : notion de charge</b>	516
Exercice (pressions à l'arrêt)	518
Exercice (dépannage)	519
<b>Hydraulique : notion de perte de charge</b>	524
Exercice (évaluation des PdC)	525
Exercice (influence des PdC)	526
Exercice ( $\Delta$ débit avec la vitesse)	527
Exercice ( $\Delta$ débit avec le diamètre)	528
Exercice ( $\Delta$ PdC avec le débit)	530
<b>Pressions en jeu dans un circuit hydraulique</b>	531
Exercice (synthèse n°1)	534
Exercice (synthèse n°2)	537
Exercice (cavitation de la pompe)	539
<b>La cavitation des pompes</b>	541
<b>Hauteur d'aspiration d'une pompe</b>	545
<b>La tour indirecte</b>	553
Exercice (montage et fonctionnement)	555
<b>Les vases d'expansion</b>	558
Exercice (si la soupape crache)	559
Exercice (pression de remplissage)	562
Exercice (pression de gonflage)	566
Exercice (dépannage, vase crevé)	568
Exercice (calcul d'un vase)	573
<b>Pourquoi utiliser de l'eau glacée ?</b>	575
<b>L'évaporateur à eau glacée</b>	577
Exercice (montage et câblage)	581
Exercice (pompes jumelées)	582
<b>Conditions normales de fonctionnement des refroidisseurs de liquide</b>	586
Exercice (dépannage)	587
<b>Contrôle du fonctionnement d'un groupe d'eau glacée au toucher</b>	592
<b>Débit d'eau glacée trop faible</b>	596
<b>Comment contrôler un débit d'eau</b>	605
Exercice (problème de HMT0)	609
<b>Pannes frigorifique des refroidisseurs de liquide</b>	612
Exercice (conditions normales)	612
Dépannage (détendeur trop petit)	616
Dépannage (évaporateur trop petit)	617
Dépannage (détendeur trop ouvert)	618
Dépannage (échangeur tour entartré)	619
<b>L'évaporateur à eau glacée</b>	577
Exercice (montage et câblage)	581
Exercice (pompes jumelées)	582
<b>Circuits de distribution d'eau glacée</b>	620
Exercice (schéma hydraulique)	620
Exercice (boucle d'injection)	622
Exercice (bouteille casse pression)	624



<b>Bouteille Casse pression</b>	Compléments d'information	627
	Exercice (bouteille de stockage)	633
	Exercice (bouteille horizontale)	638
	Exercice (bouteille avec collecteur)	639
<b>Technologie des pompes</b>	Exercice	641
<b>Split eau glacée au R407C</b>	Contrôle avant la mise en service	645
	Réglage d'un pressostat manque d'eau	653
	Exercice (détermination des pressions)	655
	Mise en service	657
	Analyse en manque de débit d'eau	661
	3 exercices d'application	665
<b>Dépannage : La pompe ne démarre pas</b>		666
<b>Débit d'eau trop faible</b>	Synoptique des pannes	670
	La HMT est égale à zéro	673
	La HMT est inférieure à zéro	675
	La HMT est très faible	677
	La HMT est proche de la HMT0	681
	La pression à l'aspiration est $< 0$	683
	Exercice d'application	684
<b>Quelques exemples de calcul des pertes de charge</b>		687
	Exercice ( $\Delta P$ d'un circuit simple)	690
	Exercice (choix de la pompe)	691
	Exercice (HMT de la pompe)	692
	Exercice (vannes fermées)	693
	Exercice (batteries en parallèle)	695
<b>Contrôle du débit par le <math>\Delta P</math> de l'évaporateur</b>		697
<b>Pompe et réseau : une affaire de mariage</b>		699
	Exercice (déshumidification)	701
	Exercice (vanne d'équilibrage)	703
<b>Pompe en série ou en parallèle</b>		707
	4 exercices sur les pompes en parallèle	707
	Exercice (pompes en série)	714
<b>Vannes de régulation 3 voies</b>	Généralités	717
	Exercice (régulation du compresseur)	721
	Exercice (régulation de la vanne)	723
	2 Exercices (problèmes d'équilibrage)	725
	Montage des V3V	729
	Exercice (les différents montages)	730
	3 Exercices (montage sur un groupe d'eau glacée)	734
	3 Exercices (problèmes de déshumidification)	737
	Sélection des vannes 3 voies de régulation	741
	Exercices (autorité)	741
	Exercice (HMT de la pompe)	743
	Exercice (sélection d'une V3V)	745
	2 Exercices (utilisation du Kvs)	748
	Exercice (V3V sur bouteille casse pression)	751
	Montages particuliers des vannes 3 voies	755
	3 Exercices (montages NO)	756
	4 Exercices (free cooling)	759
<b>Quelques problèmes liés au glycol</b>	Généralités	765
	Exercice (influence du glycol sur le débit)	766
<b>Quelques problèmes électro-hydrauliques</b>		769
	Exercice (temporisation du flow switch)	770

	2 Exercices (permutation auto de 2 pompes) .....	774
	Exercice (dépannage de 2 pompes en parallèle) .....	776
	2 Exercices (asservissement pompe au compresseur) .....	778
<b>Le pressostat différentiel d'huile :</b>	Fonctionnement .....	785
	4 exercices (câblage de l'appareil) .....	787
	Pourquoi coupe-t-il ? .....	804
<b>Les nouveaux fluides</b>	Le glissement .....	805
	Le R407C .....	806
	Le R410A .....	808
<b>Conversion des installations contenant un HCFC</b> .....		811
<b>Nouvelle réglementation sur les fluides frigorigènes</b> .....		815
	Annexe du règlement CEE .....	819
<b>Introduction à l'électronique</b>	Généralités .....	823
	3 Exercices (conducteurs, isolants, semi-conducteurs) .....	825
<b>Les semi-conducteurs</b>	La diode : 3 Exercices (courant continu) .....	829
<b>Le courant alternatif redressé</b>	3 Exercices (redressement du courant alternatif) .....	834
<b>Fonctionnement des amplificateurs</b>	7 Exercices (transistor et ampli-op) .....	841
<b>Les régulateurs analogiques</b>	5 Exercices (schéma interne) .....	849
<b>Les capteurs utilisés en froid et clim</b> .....		857
<b>Introduction à la régulation numérique</b> .....		863
	Exercice (système binaire) .....	869
<b>Les hacheurs de courant</b>	Exercice (fonctionnement) .....	871
<b>Le variateur de fréquence Inverter</b>	Fonctionnement .....	875
<b>Le détendeur électronique</b>	Fonctionnement .....	881
	Exercice (utilisation sur un Inverter) .....	884
<b>Le split Inverter froid seul</b>	Fonctionnement .....	887
<b>Le multi-split Inverter froid seul</b>	Fonctionnement .....	892
<b>Le split Inverter réversible</b>	Fonctionnement .....	895
<b>La technologie VRV 2 tubes</b>	3 Exercices (régulation des compresseurs) .....	899
<b>La technologie VRV 3 tubes</b>	3 Exercices (régimes de fonctionnement) .....	903
<b>Récupération d'énergie sur une installation tout air neuf</b> .....		909
	11 Exercices (montage, fonctionnement, régulation) .....	911
<b>La régulation Proportionnelle</b>	3 Exercices (boucle longue et boucle courte) .....	929
	Comment régler les régulateurs P ? .....	940
<b>La régulation PI</b>	4 Exercices (fonctionnement en PI) .....	945
	Comment régler les régulateurs PI ? .....	950
<b>La régulation PID</b>	Exercice (fonctionnement en PID) .....	953
	Comment régler les régulateurs PID ? .....	956
<b>Decriptif de nos différents logiciels</b> .....		957
<b>Index alphabétique</b> .....		965